

## РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙНОСТІ МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ОСНОВІ КОГНІТИВНОГО МОДЕЛЮВАННЯ: СТРАТЕГІЧНІ СЦЕНАРІЇ УПРАВЛІННЯ

© 2019 КОЛЕЩУК О. Я.

УДК 519.816:658.014  
JEL Classification: O32

Колещук О. Я.

### Розвиток інноваційності машинобудівних підприємств на основі когнітивного моделювання: стратегічні сценарії управління

Метою статті є визначення рівня розвитку інноваційності машинобудівних підприємств на основі когнітивного моделювання для стратегічних сценаріїв управління. Визначено, що формування сценаріїв за допомогою когнітивних технологій є важливим методом в умовах невизначеності, тому що дозволяє визначити межі можливих стратегічних змін розвитку інноваційності машинобудівних підприємств та ефективно управляти ними. Розглянуто етапи використання технології когнітивного моделювання для формування стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств та підходи до розробки сценаріїв для формування стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств. Визначено, що когнітивні карти використовуються в процесі аналізу і прийняття ефективних рішень щодо формування стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств шляхом дослідження причинних зв'язків між значущими факторами (поняттями, концептами). Запропоновано загальну когнітивну карту стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств. На кожному етапі формування моделі доводиться приймати рішення, від сукупності яких залежить гнучкість, активність та адаптивність побудованої моделі.

**Ключові слова:** машинобудівні підприємства, стратегічне управління інноваційністю, когнітивні карти, когнітивне моделювання.

**DOI:** <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2019-4-257-263>

**Рис.:** 6. **Бібл.:** 11.

**Колещук Орест Ярославович** – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економіки підприємства та інвестицій, Національний університет «Львівська політехніка» (вул. Степана Бандери, 12, Львів, 79013, Україна)

**E-mail:** [orest.y.koleshchuk@lpnu.ua](mailto:orest.y.koleshchuk@lpnu.ua)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8995-5206>

**Researcher ID:** <http://www.researcherid.com/S-4026-2017>

УДК 519.816:658.014  
JEL Classification: O32UDC 519.816:658.014  
JEL Classification: O32

### Колещук А. Я. Развитие инновационности машиностроительных предприятий на основе когнитивного моделирования: стратегические сценарии управления

Целью статьи является определение уровня развития инновационности машиностроительных предприятий на основе когнитивного моделирования для стратегических сценариев управления. Определено, что формирование сценариев с помощью когнитивных технологий является важным методом в условиях неопределенности, так как позволяет определить границы возможных стратегических изменений развития инновационности машиностроительных предприятий и эффективно управлять ими. Рассмотрены этапы использования технологии когнитивного моделирования для формирования стратегического управления инновационностью машиностроительных предприятий и подходы к разработке сценариев для формирования стратегического управления инновационностью машиностроительных предприятий. Определено, что когнитивные карты используются в процессе анализа и принятия эффективных решений по формированию стратегического управления инновационностью машиностроительных предприятий путем исследования причинных связей между значимыми факторами (понятиями, концептами). Предложена общая когнитивная карта стратегического управления инновационностью машиностроительных предприятий. На каждом этапе формирования модели приходится принимать решения, от совокупности которых зависит гибкость, активность и адаптивность построенной модели.

### Koleshchuk O. Ya. Innovative Development of Machine-Building Enterprises Based on Cognitive Modeling: Strategic Management Scenarios

The aim of the article is determining the level of innovative development of machine-building enterprises based on cognitive modeling for strategic management scenarios. It is found that the formation of scenarios using cognitive technologies is an important method under uncertainty since it allows to determine the boundaries of possible strategic changes in innovative development of machine-building enterprises and effectively manage them. The stages of using the technology of cognitive modeling for the formation of strategic innovation management of machine-building enterprises and the approaches to developing scenarios for the formation of strategic innovation management of machine-building enterprises are considered. It is determined that cognitive maps are used in the process of analyzing and making effective decisions on the formation of strategic innovation management of machine-building enterprises by studying causal relationships between significant factors (notions, concepts). A general cognitive map of strategic innovation management of machine-building enterprises is proposed. At each stage of the formation of the model, decisions, the totality of which determines the flexibility, activity and adaptability of the constructed model, have to be made.

**Keywords:** machine-building enterprises, strategic innovation management, cognitive maps, cognitive modeling.

**Fig.:** 6. **Bibl.:** 12.

**Ключевые слова:** машиностроительные предприятия, стратегическое управление инновационностью, когнитивные карты, когнитивное моделирование.

**Рис.:** 6. **Библ.:** 12.

**Колещук Орест Ярославович** – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики предприятия и инвестиций, Национальный университет «Львовская политехника» (ул. Степана Бандеры, 12, Львов, 79013, Украина)

**E-mail:** orest.y.koleshchuk@lpnu.ua

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8995-5206>

**Researcher ID:** <http://www.researcherid.com/S-4026-2017>

**Koleshchuk Orest Ya.** – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics and Business Investment, National University «Lviv Polytechnic» (12 Stepana Bandery Str., Lviv, 79013, Ukraine)

**E-mail:** orest.y.koleshchuk@lpnu.ua

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8995-5206>

**Researcher ID:** <http://www.researcherid.com/S-4026-2017>

**Вступ.** У сучасному турбулентному оточенні спроможність передбачати майбутні зміни економічної ситуації відіграє велику роль у створенні і підтримки конкурентних переваг машинобудівних підприємств у стратегічній перспективі. Традиційні підходи для розробки довгострокових стратегій в таких умовах здебільшого не доцільні, оскільки необхідні сталі креативні зміни для того, щоб бути машинобудівним підприємствам гнучкими, активними й адаптуватися до постійних змін внутрішнього та зовнішнього середовища. Формування сценаріїв за допомогою когнітивних технологій є важливим методом в умовах невизначеності, тому що дозволяє визначити межі можливих стратегічних змін розвитку інноваційності машинобудівних підприємств та ефективно управляти ними.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблемами визначення рівня розвитку інноваційності машинобудівних підприємств на основі когнітивного моделювання: стратегічні сценарії управління займалися такі вітчизняні та зарубіжні вчені: І. Ансофф [1], Г. Макарова [2], В. Максимов [3], Е. Корноу [3], С. Карачев [3], В. Пономаренко [4], В. Прохорова [5; 6], А. Портер [11], В. Хаустова [7] та ін.

Але залишається недостатньо розробленою проблема визначення рівня розвитку інноваційності машинобудівних підприємств на основі когнітивного моделювання: стратегічні сценарії управління, багаточисленні питання, що постійно формує внутрішнє і зовнішнє середовище, а також визначення шляхів щодо їх вирішення.

**Метою** статті є визначення рівня розвитку інноваційності машинобудівних підприємств на основі когнітивного моделювання для стратегічних сценаріїв управління.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Стратегічне управління інноваційністю машинобудівними підприємствами розглядається як вектор збільшення гнучкості, активності й адаптивності системи. Ефективність стратегічного управління інноваційністю машинобудівними підприємствами залежить від точності виконання визначених завдань, швидкості прийняття управлінських рішень, а також зміни цілей і параметрів діяльності при виникненні змін у зовнішньому або внутрішньому середовищі.

Активний економічний розвиток машинобудівних підприємств безпосередньо залежить від прийняття вчасних ефективних управлінських рішень. Тому використання когнітивних технологій керівниками машинобудівних підприємств, які повинні орієнтуватися у технологічних,

економічних, політичних, соціальних та інших векторних направленостях, є підґрунтям для впливу на сфери інтересів підприємств. У своїй діяльності керівники машинобудівних підприємств повинні використовувати технологію когнітивного аналізу для формування стратегічного управління інноваційністю, етапи якої наведено на рис. 1.

Необхідно обґрунтувати спосіб побудови когнітивної карти моделювання сценаріїв для формування стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств з обов'язковим урахуванням факторів внутрішнього і зовнішнього середовища.

Когнітивне моделювання має особливе значення для формування стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств, воно призначене для моделювання складних, слабоструктурованих об'єктів, якими є більшість процесів і ситуацій, дозволяє враховувати суб'єктивні й об'єктивні чинники як в умовах невизначеності. Когнітивне моделювання включає в себе інформаційні технології, спеціально орієнтовані на розвиток інтелектуальних здібностей працівників, а саме: сприйняття; пам'ять; формування понять; рішення задач; уяву; логіку та ін., тобто розвивають уяву і асоціативне мислення.

В економічній літературі немає єдності з приводу, що таке сценарії. Використання сценаріїв для уточнення уявлення про майбутнє почалося після Другої світової війни в США як методу військового планування. Як правило, передбачається, що сценарії описують деякі аспекти майбутнього, які корисні в прогнозуванні. Сценарій розглядається як огляд майбутніх подій, дій чи можливостей [5; 9].

У 1970-х роках відомий американський соціолог і політолог Роберт Аксельрод вперше запропонував використовувати когнітивні карти для моделювання прийняття рішень у соціальних і політичних системах [2; 8].

Причинно-наслідкові діаграми (когнітивні карти) відображають взаємозв'язки між елементами системи. Їх основне призначення – якісна характеристика структури складних систем.

Сценарії визначаються як схема всіх значущих чинників і можливі подальші результати їх дії. Відповідні методи використовуються управліннями для формування моделей про майбутнє, які допомагають приймати ефективні управлінські рішення щодо формування стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств.

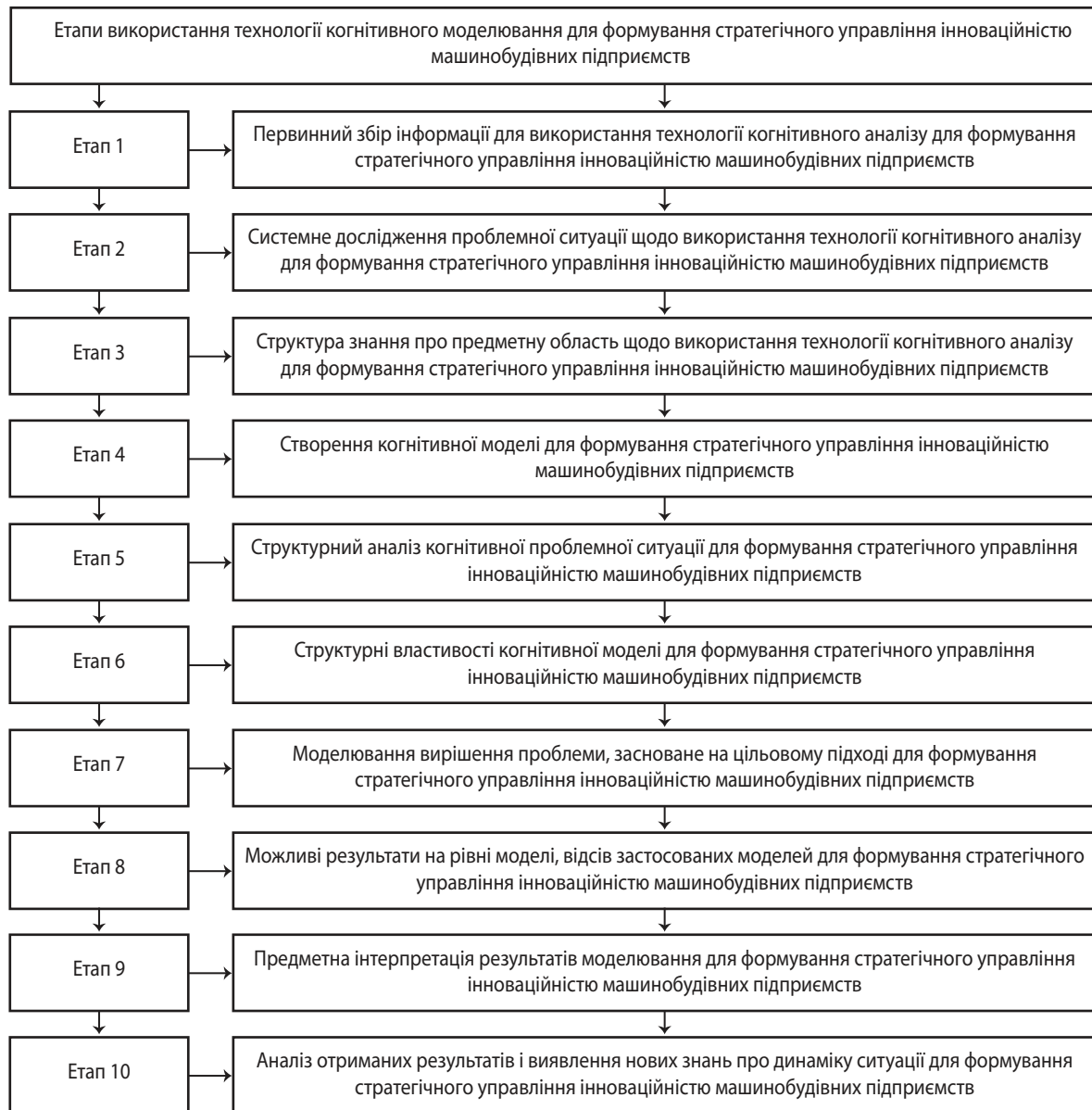


Рис. 1. Етапи використання технології когнітивного моделювання для формування стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств

Існують різні ознаки класифікації сценаріїв і процедур сценарного планування. Види сценаріїв наведено на рис. 2.

Керівники переважно розробляють ефективні стратегічні управлінські рішення на основі найбільш ймовірних сценаріїв. Важлива додаткова інформація і можливість ідентифікувати фактори, які мають важливе значення для майбутнього машинобудівного підприємства, можуть бути отримані на основі розгляду і різних варіантів.

З іншого боку, сценарії діляться на описові та нормативні. Описові сценарії носять екстраполяційний характер і являють собою послідовність ймовірних подій. В основі нормативних сценаріїв лежить програмно-цільовий принцип планування і управління [1; 3; 6].

Використання сценаріїв є актуальним через те, що динамічні зміни вимагають визначення майбутніх тенденцій інноваційного розвитку машинобудівних підприємств.

Планування на основі побудови сценаріїв дозволяє системно, цілісно охопити ситуацію, вчасно адаптуватися до основних змін. Системний підхід до побудови та реалізації сценаріїв, який забезпечується дотриманням ряду принципів, формує адекватне підґрунтя для прийняття тактичних і стратегічних управлінських рішень.

Існують різні підходи до розробки сценаріїв для формування стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств, що наведено на рис. 3.

Найбільш перспективним представляється підхід до побудови сценаріїв на основі когнітивного моделювання. Він поєднує в собі риси всіх підходів, а саме містить всебічний опис ситуації, властивих якісних методів, а також чіткість, можливість проводити імітаційний аналіз і прогнозування, властиві формалізованим методам (рис. 4).

Когнітивні карти використовуються в процесі аналізу і прийняття ефективних рішень щодо формування

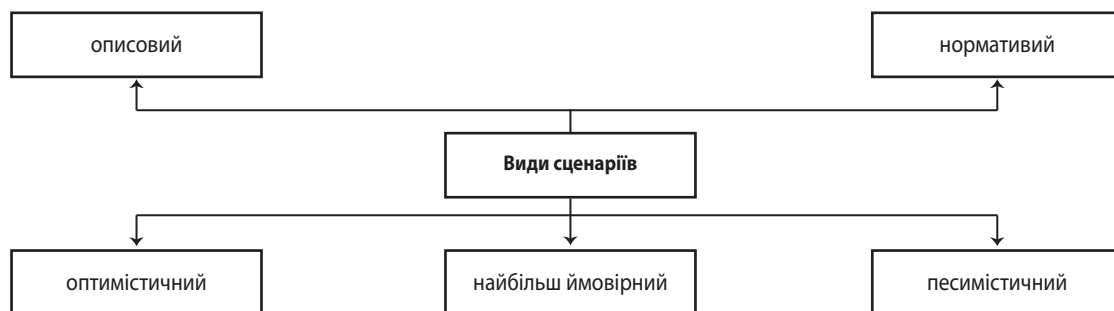


Рис. 2. Види сценаріїв планування

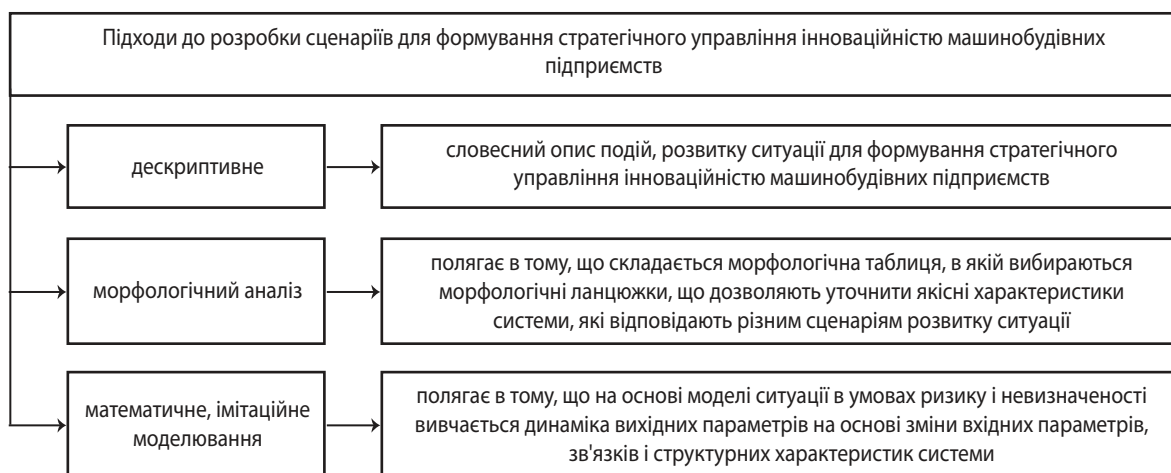


Рис. 3. Підходи до розробки сценаріїв для формування стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств

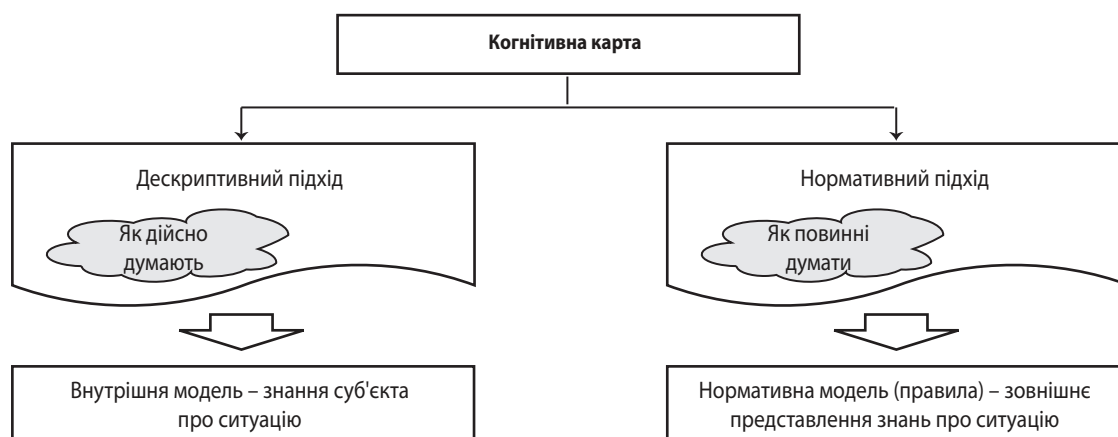


Рис. 4. Дескриптивний та нормативний підходи до формування когнітивної карти

стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств шляхом дослідження причинних зв'язків між значущими факторами (поняттями, концептами). Ці карти являють собою знакові орієнтовані графи, що складаються з вершин і дуг.

Вершини відповідають концепту (найбільш значущих подій, факторів), дуги відображають причинно-наслідкові зв'язки між концептами.

Зв'язки можуть бути позитивними, якщо тенденції у факторних і результативних ознак збігаються, негативними – в іншому випадку і нульовими – за відсутності

зв'язків між концептами. Причинно-наслідкові зв'язки когнітивної карти математично можуть бути представлені у вигляді матриці суміжності (матриці зв'язку, причинного матриці).

На їх основі можна отримати інформацію про прямі та непрямі причинно-наслідкові зв'язки в карті. Відмінною особливістю розробки сценаріїв на основі когнітивних карт є можливість подання, поряд з об'єктивними факторами, суб'єктивних думок експертів з приводу тієї чи іншої ситуації, а також їх об'єднання для створення інтегральної нечіткої когнітивної карти.

Нечіткі когнітивні карти являють собою спосіб відображення реальних динамічних систем у формі, яка відповідає людському сприйняттю таких процесів [1; 2; 7]. Це є головною причиною їх широкого застосування в різних сферах життєдіяльності.

Нечітка когнітивна карта являє систему як поєднання понять і різних відносин, які існують між поняттями, та складається з вузлів ( $N_1, N_2, \dots, N_n$ ), які являють собою важливі елементи відображення системи, і спрямування дуг ( $e_{ij}$ ), які представляють причинно-наслідкові зв'язки між двома вузлами ( $N_i, N_j$ ). Спрямування дуг поставлені у відповідність нечітких значень в інтервалі  $[-1, +1]$ , які показують «силу впливу» між факторами.

Позитивне значення вказує на позитивну причинно-наслідковий зв'язок між двома факторами, від'ємне значення вказує на негативну причинно-наслідковий зв'язок між двома факторами, нульове значення відповідає відсутності зв'язків між розглянутими факторами [2; 3; 5].

З математичної точки зору нечіткі когнітивні карти визначаються параметрами  $N, E, C, f$ , що наведено на рис. 5.

Щоб охарактеризувати реальну систему для формування стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств, треба знати її властивості. Деякі з цих властивостей можна визначити шляхом вимірювань, які дозволяють їх відобразити реальними числами.

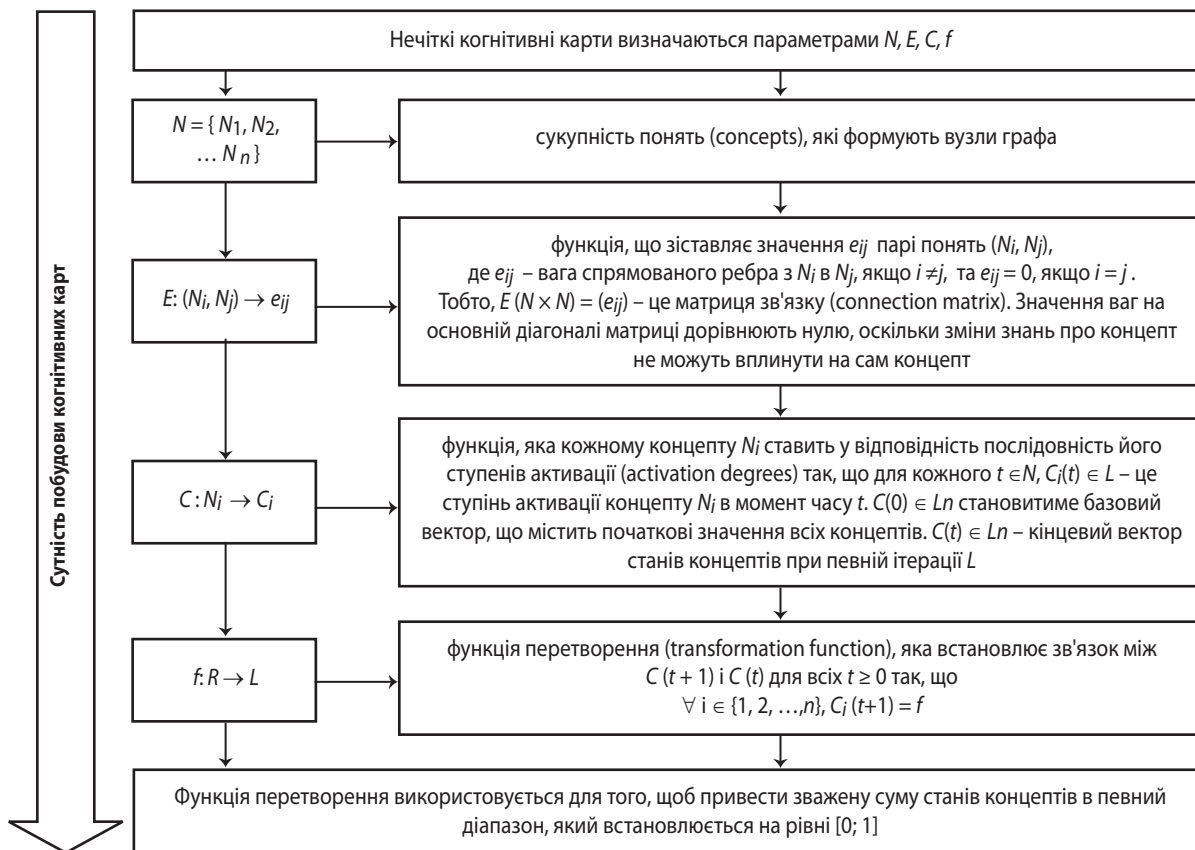


Рис. 5. Сутність нечітких когнітивних карт для формування стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств

Причинно-наслідковий зв'язок між факторами нечіткої когнітивної карти для формування стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств зазвичай визначається таким чином [1; 6; 8]:

1. Встановлюється тип залежності між двома факторами – пряма або зворотна. Це позначається стрілкою, що вказує напрямок відносин. При побудові когнітивних карт використовуються знакові граfi, в яких ребра мають ваги  $+1, -1$ , знаки «+» та «-» позначали відповідно додатний та від'ємний зв'язок, за наявності додатних та від'ємних зв'язків на шляху від однієї вершини до іншої характер впливу факторів невизначений.
2. Описується сила відносини з використанням лінгвістичних (якісних) оцінок.

3. Лінгвістичні оцінки перетворюються на нечіткі кількісні оцінки, наприклад, на основі табл. 1, в якій кількісні оцінки сили зв'язків виходять на основі п'ятибальною шкали.

Моделювання за допомогою нечітких когнітивних карт є комбінацією нечіткої логіки і когнітивного моделювання.

Це спосіб представити систему в умовах невизначеності і складності, коли формальна логіка не працює.

Розглянемо діяльність машинобудівних підприємств у сучасних умовах господарювання.

Звернемо особливу увагу на фактори зовнішнього середовища макро- і мікрорівнів, а також те, як зміна їх стану впливає на формування стратегічного управління інноваційністю.

Структурно-цільовий аналіз загальної когнітивної карти стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств полягає у:

- визначенні цілі стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств;
- вираженні протиріч між цілями стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств;
- аналізі узгодженості управління з цілями стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств;
- аналізі ефективності інтегрального впливу на цілі стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств;
- виявленні циклу зворотного зв'язку стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств;
- аналізі конфліктів і пошуку шляхів їх досягнення щодо стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств.

Загальну когнітивну карту стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств наведено на рис. 6.

Сутність когнітивного моделювання полягає в тому, що формальні математичні методи аналізу застосовують-

ся до моделей, що описують суб'єктивне бачення ситуації. На кожному етапі формування моделі доводиться приймати рішення, від сукупності яких залежить гнучкість, активність та адаптивність побудованої моделі. За допомогою побудови когнітивних карт можна сформулювати ефективні рішення, орієнтовані на стратегічне управління інноваційністю машинобудівних підприємств шляхом активізації інтелектуально-креативних процесів, і допомогти знайти бачення проблемної ситуації у вигляді формальної моделі.

**Висновки.** За результатами проведеного дослідження можна виокремити переваги та недоліки методу з використанням нечітких когнітивних карт для стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств, зокрема: вбудована системна концепція і процес відображення, що сприяє розвитку системного мислення за рахунок прагнення всебічного охоплення ситуації, надати якісно-кількісний та просторовий опис; цей метод відносно просто використовувати для структурування знань; когнітивні карти і отримані нечіткі когнітивні моделі можуть бути легко модифіковані або розширені шляхом додавання нових понять (концептів) тощо. Кількісний аналіз причинно-наслідкових когнітивних карт допомагає полішити якість сценаріїв стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств, все це підтверджує

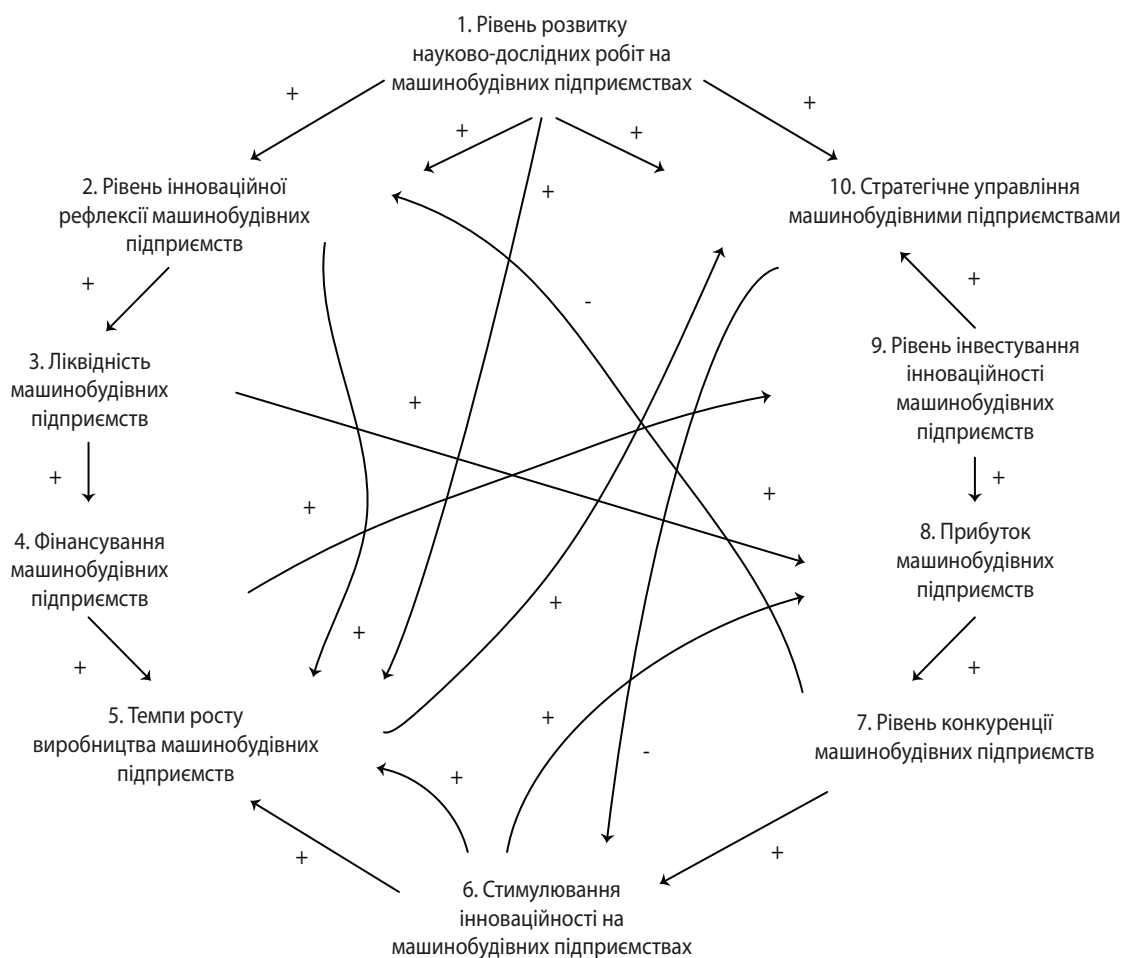


Рис. 6. Загальна когнітивна карта стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств

ефективність і доцільність методу на основі нечітких когнітивних карт у сучасних умовах господарювання.

Когнітивне моделювання стратегічного управління інноваційністю машинобудівних підприємств дозволить: дослідити проблеми з нечіткими чинниками і взаємозв'язками; враховувати зміни зовнішнього та внутрішнього середовища; використовувати об'єктивно сформувані тенденції розвитку ситуації в своїх інтересах і рекомендувати найбільш оптимальні стратегічні управлінські рішення тощо.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ансофф И. Стратегическое управление. М.: Экономика, 1989. 519 с.
2. Макарова Г. Когнітивне моделювання у прогнозуванні економічного потенціалу підприємства. *Вісник ХНЕУ*. 2013. № 4. С. 81–91.
3. Максимов В. И., Корноу Е. К., Карачев С. В. Когнитивные технологии для поддержки принятия управленческих решений. URL: [www.iis.ru/events/19981130/maximov](http://www.iis.ru/events/19981130/maximov)
4. Пономаренко В. С., Мінухін С. В., Знахур С. В. Теорія та практика моделювання бізнес-процесів : монографія. Харків : Вид-во ХНЕУ, 2013. 244 с.
5. Прохорова В. В. Когнітивне моделювання стійкого економічного розвитку підприємств. *Економіка і управління*. 2011. № 1. С. 25–30.
6. Прохорова В. В. Проценко В. М., Чобіток В. І. Формування конкурентної стратегії підприємств на засадах інноваційно-спрямованого інвестування : монографія. Харків : УІПА, 2015. 291 с.
7. Хаустова В. Е., Зинченко В. А., Мощицкая Т. А. Сущность когнитивного моделирования и особенности его применения в современных исследованиях. *Бизнес Информ*. 2009. № 12 (2). С. 200–203
8. Chrysaftadi and Virvou: A knowledge representation approach using fuzzy cognitive maps for better navigation support in an adaptive learning system. *SpringerPlus*. 2013. Vol. 2 (1). P. 1–13.
9. Jetter A., Schweinfort W. Building scenarios with fuzzy cognitive maps: an exploratory study of solar energy. *Futures*. 2010. Vol. 43. No. 1. P. 52–66.
10. Amer M., Jetter A., Daim T. Development of fuzzy cognitive map (FCM)-based scenarios for wind energy. *International Journal of Energy Sector Management*. 2011. Vol. 5. No. 4. P. 564–584.
11. Porter A. L., Roper A. T., Mason T. W., Rossini F. A., Banks J. *Forecasting and Management of Technology*. Wiley, New York, 1991.
12. Stach W., Kurgan L., Pedrycz W., Reformat M. Genetic learning of fuzzy cognitive maps. *Fuzzy Set Systems*. 2005. Vol. 153. P. 371–401.

## REFERENCES

- Amer, M., Jetter, A., and Daim, T. "Development of fuzzy cognitive map (FCM)-based scenarios for wind energy". *International Journal of Energy Sector Management*, vol. 5, no. 4 (2011): 564–584.
- Ansoff, I. *Strategicheskoye upravleniye* [Strategic Management]. M.: Ekonomika, 1989.
- "Chrysaftadi and Virvou: A knowledge representation approach using fuzzy cognitive maps for better navigation support in an adaptive learning system". *SpringerPlus*, vol. 2 (1) (2013): 1–13.
- Jetter, A., and Schweinfort, W. "Building scenarios with fuzzy cognitive maps: an exploratory study of solar energy". *Futures*, vol. 43, no. 1 (2010): 52–66.
- Khaustova, V. Ye., Zinchenko, V. A., and Moshchitskaya, T. A. "Sushchnost kognitivnogo modelirovaniya i osobennosti yego primeneniya v sovremennykh issledovaniyakh" [The Essence of Cognitive Modeling and Features of its Application in Modern Research]. *Biznes Inform*, no. 12 (2) (2009): 200–20.
- Makarova, H. "Kognitivnye modelirovaniya u prognozuvanni ekonomichnogo potentsialu pidpriemstva" [Cognitive Modeling in Forecasting the Economic Potential of an Enterprise]. *Visnyk KN-TEU*, no. 4 (2013): 81–91.
- Maksimov, V. I., Kornou, Ye. K., and Karachev, S. V. "Kognitivnyye tekhnologii dlya podderzhki prinyatiya upravlencheskikh resheniy" [Cognitive Technology to Support Managerial Decision Making]. [www.iis.ru/events/19981130/maximov](http://www.iis.ru/events/19981130/maximov)
- Ponomarenko, V. S., Minukhin, S. V., and Znachur, S. V. *Teoriya ta praktyka modelirovaniya biznes-protsesiv* [Theory and Practice of Modeling Business Processes]. Kharkiv: Vyd-vo KhNEU, 2013.
- Porter, A. L. et al. *Forecasting and Management of Technology*. New York: Wiley, 1991.
- Prokhorova, V. V. "Kognitivnye modelirovaniya stiikoho ekonomichnogo rozvytku pidpriemstv" [Cognitive Modeling of Sustainable Economic Development of Enterprises]. *Ekonomika i upravlinnia*, no. 1 (2011): 25–30.
- Prokhorova, V. V. Protsenko V. M., and Chobitok, V. I. *Formuvannya konkurentnoi stratehii pidpriemstv na zasadakh innovatsiino-spriamovanoho investuvannya* [Formation of Competitive Strategy of Enterprises on the Basis of Innovation-oriented Investment]. Kharkiv: UIPA, 2015.
- Stach, W. "Genetic learning of fuzzy cognitive maps". *Fuzzy Set Systems*, vol. 153 (2005): 371–401.

Стаття надійшла до редакції 09.11.2019 р.